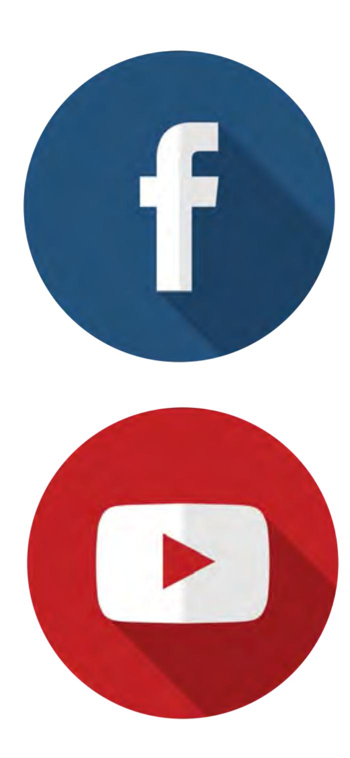
In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful







Physiologie des muscles striés squelettiques

1/Généralités :

Muscle lisse + strié cardiaque = mouvement involontaire contrôlé par le système nerveux autonome

Muscle strié squelettique = mouvement volontaire contrôlé par le SNP

639 muscles dans le corps humain qui recouvrent tout le squelette. Masse musculaire = 35% chez l'homme et 28% chez la femme.

Trois fonctions essentielles : produisent des mouvements, stabilisent la position du corps(maintiennent la posture), produisent de la chaleur : thermogenèse.

Le muscle strié squelettique = **l'organe effecteur de la motricité sommatique**

Ensemble des fonctions qui permettent au corps humain de se déplacer dans un milieu et d'effectuer des mouvements en mobilisant les os du squelette autour de leurs articulations.

2/Anatomie physiologique :

Macroscopie :

Constitué par un ensemble de faisceaux musculaires entouré d'une enveloppe commune : **l'épimysium :** tissu conjonctif dense

Chaque faisceau musculaire est constitué de plusieurs milliers de fibres musculaires il est entouré par une enveloppe appelée **périmysium** : cloison conjonctive.

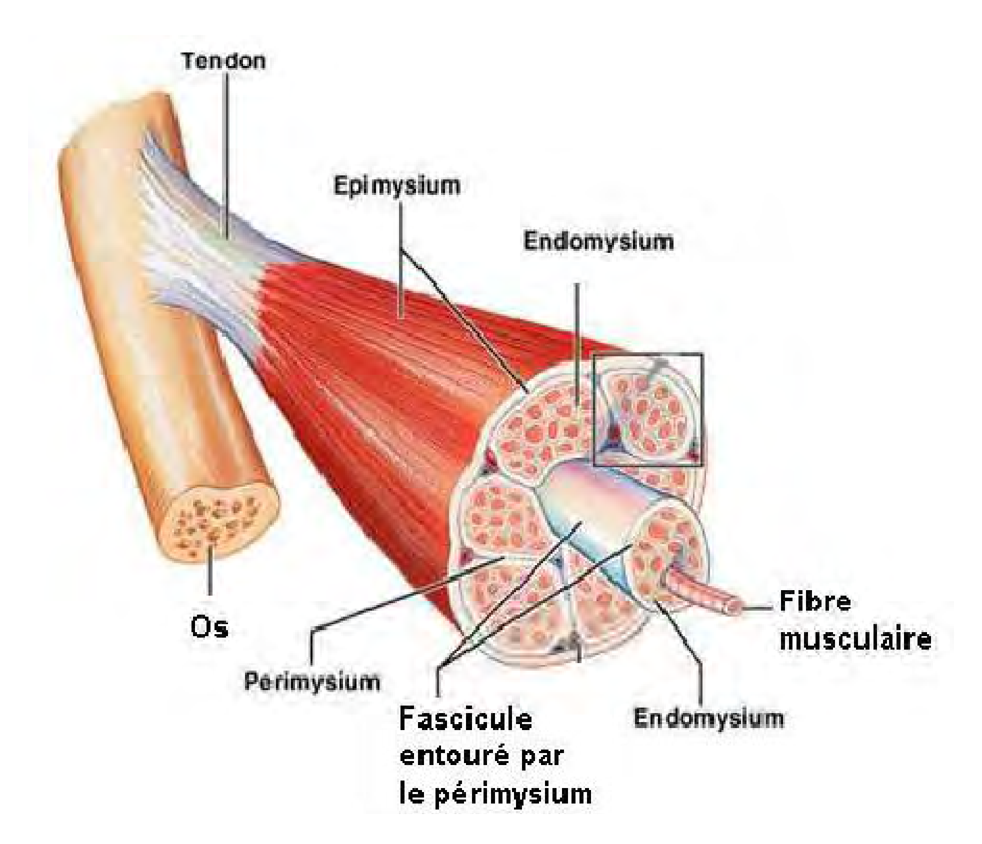
Chaque fibre musculaire est entourée par une gaine appelée **endomysium :** fine cloison conjonctive.

Toutes ces enveloppes se rejoignent aux extrémités du muscle pour constituer le tendon qui se fixe sur l'os. Le tendon assure la transmission mécanique des stimulations sur les fibres musculaires.

Diamètre de la fibre = 50-100 µm

Longueur = 4mm (œil) – 30 cm (cuisse) en fonction du lieu

La fibre contient 100 000-1 million d'éléments contractiles indépendants, arrangés parallèlement = les myofibrilles.



Microscopie :

Fibre musculaire = cellule allongée (myocyte) multinucléée (2 à 5 noyaux)

Membrane cytoplasmique = sarcolemme

Cytoplasme = sarcoplasme, renferme :

Réticulum endoplasmique, ATP, myofibrilles, glycogène, protéines libres, lipides, mitochondries (sacosomes)

L'unité motrice :

Le muscle est contrôlé ou innervé par plusieurs motoneurones dont les corps cellulaires sont rassemblés dans la ME. L'axone chemine de la moelle épinière jusqu'au muscle dans les nerfs périphériques, où il innerve de 100-1000 fibres musculaires.

Unité motrice = un motoneurone alpha + l'ensemble des fibres musculaires qu'il innerve

L'unité fonctionnelle contractile = le sarcomère

Myofibrille = élément cylindrique allongé contractile. Diamètre de 1-3 µm.

Au MO : alternance régulière de zones claires (bandes I) et de zones sombres (bandes A).

Les bandes I et A de chaque myofibrille se trouvent au même niveau donnant à la fibre musculaire son aspect strié.

Au milieu de chaque bande I se trouve une membrane transversale appelée strie Z.

La partie de myofibrille comprise entre deux stries Z = sarcomère = unité fonctionnelle contractile

Longueur fixe = 2.5 mm

Au milieu de la bande A se trouve une zone claire = zone H

Au milieu de la zone H se trouve la ligne M.

Au ME : il existe de deux types de filaments disposés parallèlement :

Les filaments épais (FE) : myosine, filaments fins(FF) : actine

A – filaments épais : 150-360 molécules de myosine aspect d'un bâton de golf. Protéines lourdes, PM = 500 kD

Myosine : partie céphalique (tête de myosine) + partie cervicale = meromyosine lourde

Partie caudale = meromyosine légère

Tête de myosine = site de fixation de l'ATP

Disposition particulière, le manche est orienté vers le centre du sarcomère.

La mobilité de la partie cervico-céphalique à la manière d'une articulation permet la fixation réversible du filament.

B – Filaments fins :

Composés de 3 protéines : actine + tropomyosine + troponine

Actine : protéine globulaire, actine G

Dans une solution elle est polymérisée en actine F = chaîne qui ressemble à un enfilement de perles

Deux exemplaires de cette chaîne s'enroulent à la manière d'une hélice pour former un filament d'actine.

Tropomyosine : constituée de deux chaînes polypeptidiques qui s'enroulent autour du filament d'actine pour le stabiliser.

Troponine : se dispose chaque 40 nM, se compose de trois sous-unités

Troponine T : responsable de la liaison avec la tropomyosine

Troponine C : fixe le calcium

Troponine I : inhibe l'activité ATPasique de la tête de myosine

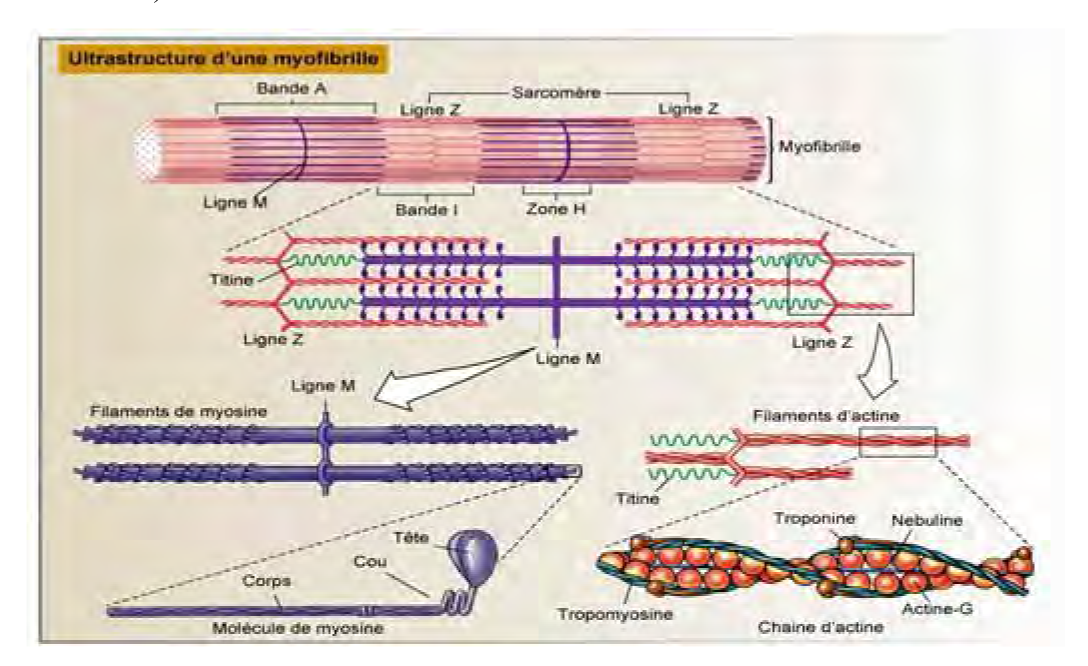
Réticulum sarcoplasmique :

Compartiment intracellulaire spécialisé dans le stockage et la libération du calcium.

2 parties : citernes terminales + réticulum sarcoplasmique longitudinale

Le sarcolemme présente des replis internes (invaginations) appelés tubule transverse, il permet de conduire le PAM jusqu'à l'intérieur de la fibre musculaire.

L'association : 1 tubule transverse + 2 citernes terminales adjacentes = triade (2 par sarcomère)



3/ Contraction musculaire :

1-Mécanisme général de la contraction musculaire :

Excitation préalable des fibres musculaires par les motoneurones alpha. Le PA arrive à la terminaison axonale et va entraîner la dépolarisation de la membrane présynaptique et la libération de l'ACH dans l'espace synaptique.

L'ACH se fixe sur les récepteurs situés dans la membrane post-synaptique et entraîne la dépolarisation de cette membrane, on parle de PPM (potentiel de plaque motrice).

Lorsque le PPM atteint le seuil il va produire un PA = le potentiel d'action musculaire(PAM)

2-Couplage excitation-contraction :

Succession d'évènements par laquelle le potentiel d'action musculaire transmis le long du sarcolemme entraîne le glissement des myofibrilles.

L'arrivée du PAM au niveau des triades entraîne un flux de Calcium depuis le réticulum sarcoplasmique vers le sarcoplasme qui va être responsable de la contraction qui implique des interactions entre les protéines des FF (fins) et FE (épais).

La membrane du tubule T contient un récepteur voltage dépendant = **récepteur à la dihydropyridine** = **DPHR**

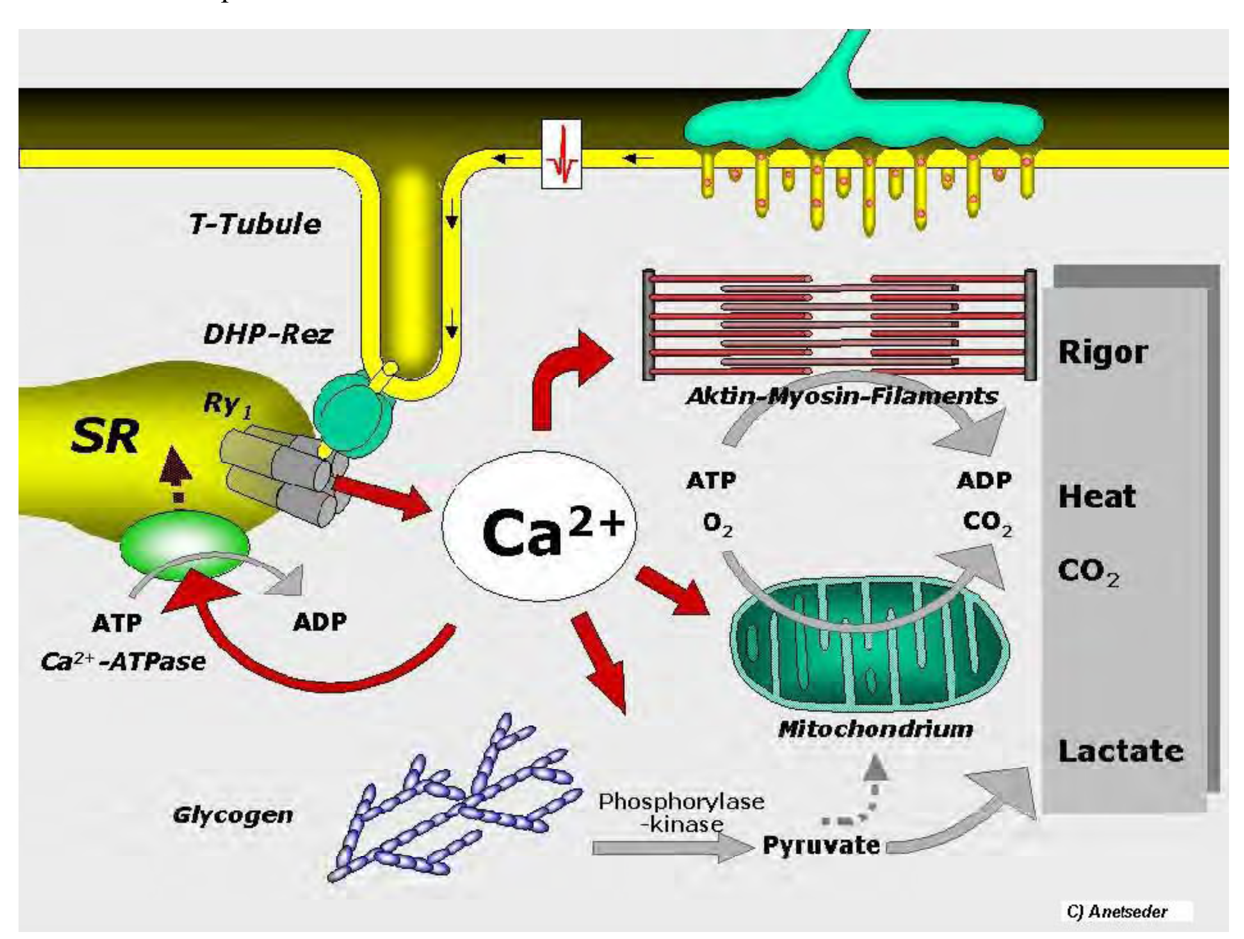
La membrane des citernes terminales contient un récepteur = **récepteur à la ryanodine** : **RYR**

Ces deux récepteurs sont en contact

Lorsque le PAM pénètre le tubule T il va activer le DHPR qui change de conformation et active le RYR qui s'ouvre et libère le Calcium stocké dans les citernes.

Le calcium retourne ensuite vers le réticulum sarcoplamique grâce à une pompe à calcium (la**calcium ATPase ou SERCA)** qui consomme de l'ATP = transport actif du calcium

Lorsque le Calcium retourne vers le réticulum sarcoplasmique sa concentration intracellulaire va diminuer ce qui entraîne un arrêt de la contraction = **le relâchement musculaire.**



3-Mécanismes moléculaires :

La contraction musculaire correspond au glissement de FF sur les FE, de sorte que l'actine et la myosine se chevauchent d'avantage aboutissant à une diminution de la longueur de chaque sarcomère = **théorie de Huxley 1954.**

Ce glissement est dû à des interactions cycliques qui établissent des ponts entre les filaments d'actine et les têtes de myosine.

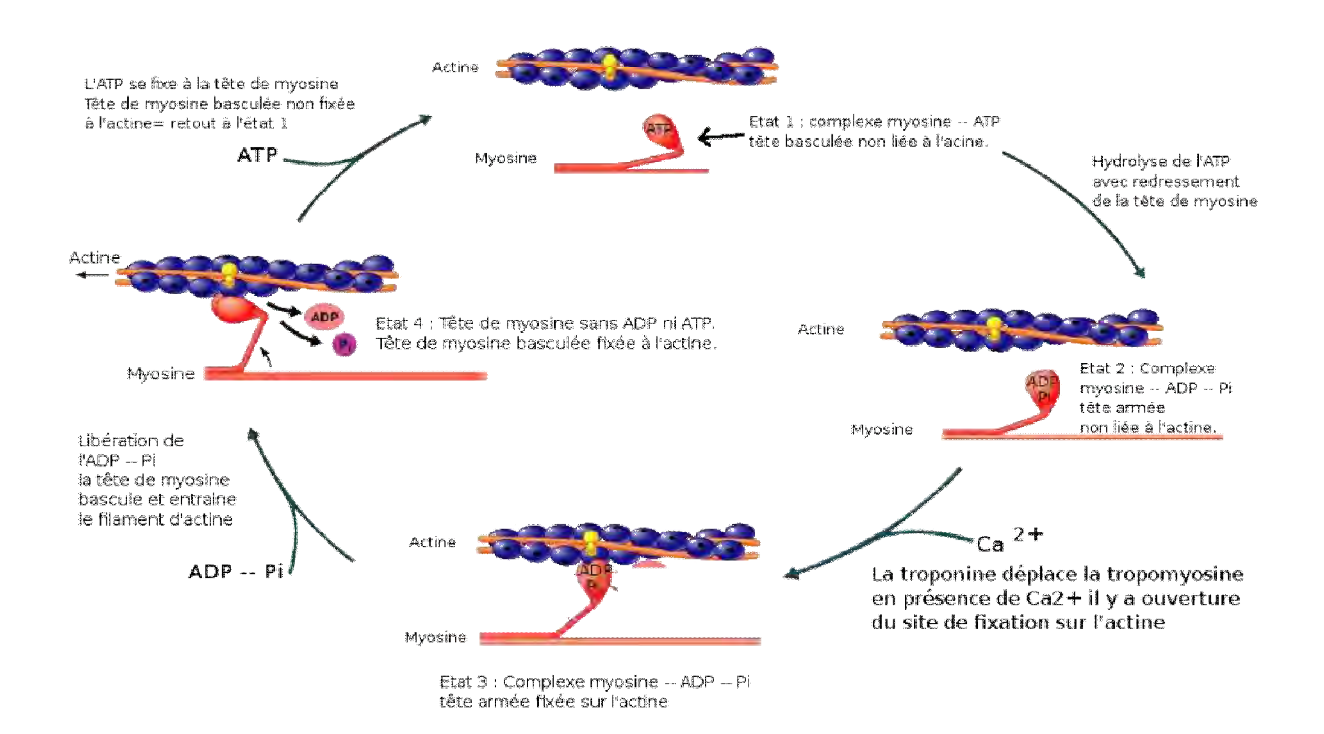
Au repos la **tropomyosine** couvre les sites de fixation de la myosine sur l'actine et une molécule d'ATP est fixée sur la tête de myosine.

Le calcium se fixe sur la troponine qui change de forme entraînant un déplacement de la tropomyosine loin des sites de fixation de la myosine permettant l'attachement de la tête de myosine sur l'actine.

A ce moment une molécule de magnésium se fixe sur l'ATP et celle-ci s'hydrolyse en ADP + P qui sont libérés ce qui entraîne l'inclinaison de la tête de myosine vers le centre du sarcomère ce qui fait avancer le filament d'actine auquel elle est attachée.

Une autre molécule d'ATP se fixe sur la tête de myosine, celle-ci se détache de l'actine et un autre cycle peut recommencer.

Cycle des interactions entre actine et myosine au cours d'une contraction musculaire.



Fixation du calcium à la troponine C,
rupture de la liaison troponine I-actine,
Déplacement de la tropomyosine,
Libération des sites de liaison myosine-actine bloqués par la tropomyosine,
Contact actine-myosine,
Activation de l'ATP-ase de la myosine,
Hydrolyse de l'ATP (ATP⇨ ADP + Pi),
Fixation de l'actine sur la myosine,
la tête de myosine est perpendiculaire au myofilament fin,
Détachement de l'ADP + Pi de la tête de myosine

Rotation de 45° de la tête de myosine ,
Glissement des myofilaments les uns par rapport auxautres dans la bande A,
Déplacement du myofilament d'actine,
C'est la contraction de la myofibrille,
Fixation de l'ATP,
Relâchement du sarcomère,
Dissociation du complexe acto-myosine,
Dans tous les cas les myofilaments fins et épais ne varient jamais en longueur.

